

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-350314

(43)公開日 平成6年(1994)12月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 P 7/04  
11/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

J

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-134491

(22)出願日 平成5年(1993)6月4日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松崎 考志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 堀 健一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 正木 茂生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

最終頁に続く

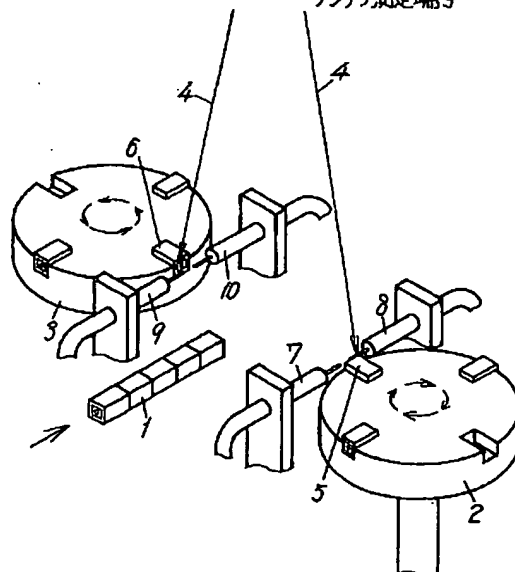
(54)【発明の名称】 誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置

(57)【要約】

【目的】 通信機器等に用いられる誘電体共振器の共振周波数の調整に関し、ピッチタイムが遅いという課題を解決し、高速かつ高精度な誘電体共振器の共振周波数調整用トリミング装置を提供することを目的とする。

【構成】 誘電体共振器1を位置決めするターンテーブル2および3と、ターンテーブル2および3に誘電体共振器1を供給取り出しする供給取り出し手段と、レーザ光4を集光し走査を可能とする光学系を有するレーザ発振器と、誘電体共振器1の共振周波数を測定するアンテナ測定端子7〜10と、それにより測定した周波数から誘電体共振器1の表面電極をトリミングする面積を決定する演算処理部とから構成し、初期共振周波数からトリミングすべき面積を予測するアルゴリズムを用いてレーザトリミングを実行することにより、高速かつ高精度な効率の良いトリミングを実行できる。

- |              |                |
|--------------|----------------|
| 1 誘電体共振器     | 4 レーザ光         |
| 2 第1のターンテーブル | 56 トリミングステーション |
| 3 第2のターンテーブル | 7, 8, 9, 10    |
|              | アンテナ測定端子       |



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体共振器を供給する供給部と、供給された誘電体共振器を保持して間欠回転するテーブル部と、テーブル部に保持された誘電体共振器の共振周波数を測定する測定部と、あらかじめ記憶されたトリミング面積と共振周波数変化量の関係から誘電体共振器のトリミング面積を予測するアルゴリズムに基づいて上記測定部で測定した誘電体共振器のトリミング量を決定する演算部と、演算部の結果に基づいて誘電体共振器の表面電極をコーナー端部から必要面積となる位置まで走査しトリミングを行う光学系を備えたレーザ発振器と、これらを制御する制御部からなる誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は移動体通信機器等に使用される誘電体フィルタに用いられる誘電体同軸共振器の共振周波数の調整を行う誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 誘電体共振器の共振周波数の調整は目標周波数以下の共振周波数を持つ製品に対し目標周波数に到達するまで誘電体共振器の表面の電極面積を減少させることによって行われ、この中で通信機等に用いられるものの共振周波数は通常数百メガヘルツから数ギガヘルツの範囲のものであり、周波数トリミングによって周波数のバラツキを0.1%程度に揃える必要がある。

【0003】 従来、このようなトリミングの手段として小型円筒形砥石を用いた研削加工が用いられており、目標周波数に達するまで研削を行う手作業が主であった。また近年は手作業にかわり誘電体共振器を自動供給し所望の周波数まで研削する自動トリミング装置が提案されて実用化されている。ここではこの自動トリミング装置に関する説明として、特開平3-214904号公報に開示された技術内容について説明する。

【0004】 図10はこのような従来の誘電体共振器の共振周波数自動トリミング装置の一例を示す要部斜視図であり、図10において誘電体共振器29はチャック30で挟持されてスピンドルモータ31に取り付けられた円筒形の砥石32で研削される。また誘電体共振器29の共振周波数は容量結合させることでアンテナ測定端子33により非接触にて測定される。また、スピンドルモータ31は図示していない一軸のNCテーブル上に搭載されており、目標周波数と現在周波数との差から演算処理を行い、一軸NCテーブルの移動量すなわち砥石32の切り込み長さを制御するようになっている。この演算式は砥石切り込み長さ $\times$ 共振周波数変化量が一次関数関係にあると仮定した簡単なものであり、砥石切り込み長さ $=$ (目標周波数 $-$ 現在周波数) $\times$ 係数にて演算されていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来の構成では砥石32の切り込み長さを予測する演算式があるものの、実際の装置においては砥石32の切り込み長さは砥石32の送り量と研削開始位置の差であり、上記研削開始位置は砥石32の摩耗等により経時変化する物理量であってそれを演算式に組み入れることは困難であるという課題があった。従って誘電体共振器29の周波数調整を実行すると、研削しては共振周波数を測定するという一連の作業を多数回繰り返す結果となり、それは過剰にトリミングを行って目標周波数を限度以上に越えた場合は調整不可能となって不良品となるために、上記砥石32の切り込み長さは安全のため常に過小評価傾向となるように演算されるためである。また研削という物理的接触を伴う加工方法を用いているので、高速回転する砥石32を誘電体共振器29に接触させる際チップングを防止するために比較的低速で接近させる必要があった。

【0006】 さらに共振周波数の測定には、通常ネットワークアナライザと呼ばれる周波数掃引を伴う計測器が用いられるが、この測定に要する時間が1回当たり数百ミリ秒と比較的長く、このためトリミングのピッチタイムが長くなり、1分当たり生産数は数個程度になって生産性が低いという課題を有したものであった。

【0007】 本発明はこのような従来の課題を解決しようとするもので、高速かつ高精度にトリミングを行うことが可能な誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために本発明による誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置は、誘電体共振器を供給する供給部と、供給された誘電体共振器を保持して間欠回転するテーブル部と、テーブル部に保持された誘電体共振器の共振周波数を測定する測定部と、あらかじめ記憶されたトリミング面積と共振周波数変化量の関係から誘電体共振器のトリミング面積を予測するアルゴリズムに基づいて上記測定部で測定した誘電体共振器のトリミング量を決定する演算部と、演算部の結果に基づいて誘電体共振器の表面電極をコーナー端部から必要面積となる位置まで走査しトリミングを行う光学系を備えたレーザ発振器と、これらを制御する制御部からなる構成としたものである。

## 【0009】

【作用】 この構成により、加工対象となる誘電体共振器は共振周波数測定器によって初期共振周波数が測定され、その初期共振周波数とトリミングによって修正する目標周波数との差に応じて事前に実験的に求めたトリミング面積と誘電体共振器の共振周波数変化量の関係から個々の誘電体共振器のトリミングすべき面積を予測するアルゴリズムを用いて表面電極の除去面積を決定してか

らレーザトリミングを実行することが可能となり、高速かつ高精度な効率の良いトリミングを実行することができ

#### 【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

【0011】図1は同実施例による誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置の構成を示す要部斜視図であり、図1において1は誘電体共振器を示し、この誘電体共振器1は適宜な供給手段により方向選別され、搬送の先端の誘電体共振器1は適宜な移載手段により搬送系の両側に対称的に置かれた第1のターンテーブル2および第2のターンテーブル3に供給される。また、この第1のターンテーブル2ならびに第2のターンテーブル3は4ストップのインデックステーブルであり、矢印で図示した方向に間欠回転する。4はレーザ光を示し、後述の図2で詳細に説明するレーザ発振器11からレーザビームスキャナ12、集光レンズ13を介して誘電体共振器1に照射されるものであり、このレーザビームスキャナ12と集光レンズ13は第1の

【0012】また、第1のターンテーブル2のポジション5と第2のターンテーブル3のポジション6はトリミングするステーションであり、誘電体共振器1はこのポジション5、6でレーザトリミングされる。また、この時誘電体共振器1はアンテナ測定端子7、8ならびに9、10で随時共振周波数を測定され、レーザトリミングを完了した誘電体共振器1はさらに90度回転した後、取り出されるように構成されている。

【0013】図2は上記同実施例の機能構成を示すブロック図であり、図2において11は超音波Qスイッチ付のNd-YAGレーザ発振器であり、ここから発生したレーザ光4はレーザビームスキャナ12により任意の位置に集光走査することが可能となり、集光レンズ13を介して誘電体共振器1に照射される。誘電体共振器1はレーザビームスキャナ12の走査エリア内に置かれており、アンテナ測定端子7、8を介して共振周波数測定器14により随時共振周波数の測定ができるようになっている。さらに共振周波数測定器14はコンピュータ15と接続されており、測定データの転送あるいは共振周波数測定器14の測定パラメータの設定等を行えるようにしてある。またコンピュータ15はトリミング実行に必要なアルゴリズムに関するソフトウェアやデータを有しており、トリミングアルゴリズム上の各種演算処理を行い、制御部16に指示を出す。制御部16はレーザ発振器11、レーザビームスキャナ12の制御と、誘電体共振器1の供給、取り出し等の機械制御を行うように構成されている。

【0014】次に、このように構成された本発明の誘電

体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置による誘電体共振器1のトリミングについて説明する。

【0015】図3は誘電体共振器1の電極解放端側から見た斜視図であり、図3においてハッチングを施している部分は表面電極部を示し、その中で2重にハッチングしている部分が共振周波数調整のためにレーザトリミングしようとする領域である。ここで座標軸x-y軸を図3に示すようにとるものとし、レーザ光4は超音波Qスイッチ付Nd-YAGレーザ発振器11を用い、レーザビームスキャナ12によりy軸と平行に距離aだけ走査させる。さらにレーザ加工溝幅にほぼ等しい距離だけx軸方向に移動させてレーザ光4を走査する。この操作を繰り返すことにより図3の2重ハッチングしたトリミング領域において誘電体共振器1が所望の共振周波数に到達するまで面積トリミングを実行する。

【0016】このように誘電体共振器1の表面電極の面積トリミングはレーザ光4を直線走査したときにできるレーザ加工溝の幅とほぼ同じ長さだけ隔ててレーザ光4を平行に走査していくことによってなされる。すなわちレーザ光4による面積トリミングは直線トリミングの集積により面積を形成するものであり、面積トリミングされた部分は多数本の微細なレーザ加工溝から形成されることになる。

【0017】しかしながら、共振周波数の測定には数百ミリ秒という比較的長い時間を要するため、効率的にトリミングを実行するには個々の誘電体共振器1のトリミングすべき面積を精度よく予測するアルゴリズムが必要となり、本実施例で採用した精度の良い実用的なトリミング面積予測アルゴリズムについて以下に説明する。

【0018】まず量産トリミングを実行する前に、トリミングしようとする生産ロットのトリミング面積と共振周波数の変化量の関係を実験的に求めておく必要がある。図4はいくつかの誘電体共振器1について、横軸にレーザトリミングした領域のx軸方向の長さをとり、縦軸に共振周波数の変化量(=その時点の共振周波数-初期共振周波数)を図示したものである。図4において一点鎖線は周波数変化量の最大の曲線であり、二点鎖線は周波数変化量の最小の曲線である。ここでトリミング面積と共振周波数の代表的関係を得るために一点鎖線で示された変化量最大の曲線を代表として採用する。そして、例えば直交多項式を用いてこのような曲線を最小二乗近似するとn次の代数関数が得られる。本実施例では4次関数で近似している。これを基準周波数変化曲線 $\Delta f = f(x)$ とする。

【0019】図5に本アルゴリズムのフローチャートを示す。先ずトリミングしようとする誘電体共振器1の初期共振周波数を測定し、次にトリミング目標共振周波数との差を演出し、その量を $\Delta f_1$ とする。共振周波数のトリミングにおいて目標周波数の上限規格をオーバーす

ると不良品になってしまい再生は不可能となる。そこで一次トリミングとして、 $\Delta f_1$ の80%のトリミングとなるようなトリミング面積を求め、そこまでレーザ光4を照射して面積トリミングする。これは、

$$f(x) = \Delta f_1 \times 0.8$$

となるようなxの値を上式から求め、その位置までレーザトリミングすることであり、この時のxの値をx1とする。

【0020】次に1回目のトリミング後の共振周波数を測定してトリミング目標共振周波数との差を算出し、その量を $\Delta f_2$ とする。ここで見かけの目標周波数なる量を導入する。これは、

$$\text{見かけの目標周波数} = (\Delta f_1 \times 0.8) + \Delta f_2$$

で定義されるものである。従って第2回目のトリミングは

$$f(x) = (\Delta f_1 \times 0.8) + \Delta f_2$$

となるようなxの値、すなわちx2を上式から求めその位置までトリミングすることによってなされる。

【0021】さらに2回目のトリミング後の共振周波数を測定してトリミング目標周波数の良品規格内に入っているかどうかを調べ、調べた結果がトリミング目標周波数の下限以下の場合には第2回目に行ったトリミングと同様な操作をもう一度繰り返す。また、共振周波数が良品規格内に入っているときは良品、良品規格上限を越えてしまった場合は不良となる。

【0022】このように構成されたアルゴリズムを用いて実際にトリミングの量産を実施すると、基本的にほぼ2回のトリミングで良品とすることができ、歩留りについても十分に満足できる水準にあった。

【0023】なお、上記本実施例のようにレーザ光4を誘電体共振器1に照射すると誘電体が高温によりガラス化し誘電体としての性質を失い、共振の鋭さを表すQ値が低下するという課題がある。しかしながら砥石による研削ではQ値の低下は実用上ほとんど問題ないレベルである。従ってレーザトリミングする場合、誘電体共振器1のQ値をできるだけ低下させない方法を見出す必要がある。そこで次のような一連の実験を実施した。まずレーザにて長方形に面積トリミングを実行しQ値を測定する。次にレーザトリミングした部分の上から砥石を当てレーザトリミングした領域全体を研削しQ値を測定する。このようにすればレーザトリミングした後いったん悪くなったQ値は研削後ほぼ元通り復帰する。

【0024】また、図6に示すように最初にレーザトリミングした長方形領域の一边を砥石で溝状に研削すると、それだけでも同じようにQ値が回復するという実験的事実がある。これはトリミング領域の境界を構成する一边周辺の誘電体を劣化させないようにすることでQ値の低下を抑えることができることを示唆している。

【0025】また、図7に示すようにレーザ光4のエネルギーは入射角 $\theta$ の余弦即ち $\cos \theta$ の関数となるので

接線方向からレーザ光4が照射される場合のエネルギーは極小になる。本発明では、図6と同様なQ値劣化防止効果を得るためにレーザトリミングを図8に示すように誘電体共振器1のコーナR付近から開始するようにしている。それによりトリミング開始点ではレーザ光4を接線方向から照射させるようにすることで、トリミング領域の一边周辺の誘電体のレーザによる劣化が抑えられる効果が得られることになり、誘電体共振器1のQ値の低下を最小限にとどめることを可能としている。

【0026】また、上記本実施例では二つのターンテーブル2、3を用いてレーザトリミングを2ヶ所で行う方法を採用した。その理由を次に説明する。図9はレーザトリミングを行う二つのトリミングステーション5、6のタイミングチャートである。既に説明したアルゴリズムに従うと、通常トリミングは2回に分けて実行される。ここでは2回のトリミングで良品となる場合のタイミングチャートについて説明する。まずトリミングステーション5(A側)では共振周波数の測定を行う。これを図9において17で示す。続いてアルゴリズムに従い1回目のレーザトリミング18を行う。この間、トリミングステーション6(B側)では共振周波数の測定19を行う。そしてA側のトリミング18が終了した時点で共振周波数測定20を行うと同時にレーザはB側のトリミング21を行う。

【0027】さらにこのトリミング21が終了すると共振周波数測定22を行い、同時にA側で2回目のトリミング23を実行する。そして共振周波数測定24を行い、ターンテーブルはインデックス25で90度回転する。トリミング23の終了後、直ちにB側の2回目のトリミング26を実行し、その後共振周波数測定27を行って、B側のターンテーブルは90度インデックスする。これでA側およびB側のレーザトリミングの1サイクルを完了する。

【0028】このようにA側とB側の二ヶ所のトリミングステーションを設けることの利点は、図9のタイミングチャートで示すようにレーザトリミングを実行しているタイミングで、もう一方で共振周波数の測定を行うことができることである。これにより比較的長い時間を要する共振周波数の測定をレーザトリミングを実行する時間内に重ね合わせることになり、1個当たりのトリミングに要するピッチタイムを大幅に短縮することができる。

【0029】なお、本実施例ではトリミングステーションを複数個有する構成について説明したが、単独のトリミングステーションの場合でもレーザ加工の方が研削加工に比べ高速高精度の加工に優れることから、本発明は従来にない大きな効果が得られるものである。

【0030】

【発明の効果】以上のように本発明の誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置は、従来のように

砥石を用いた研削で課題となった砥石摩耗に起因するトリミング量予測アルゴリズムの精度低下、砥石接触時の誘電体共振器のピッチング、およびピッチタイムが遅いこと等を解決することができ、従来では実現が困難であった高速かつ高精度で実用的な共振周波数のトリミング調整を可能とするものである。また、レーザ加工による誘電体共振器のQ値劣化を最小限にとどめることが可能な実用的な方法を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による誘電体共振器の共振周波数調整用レーザトリミング装置の構成を示す要部斜視図

【図2】同ブロック図

【図3】同実施例によるレーザトリミング部を示す誘電体共振器の斜視図

【図4】同実施例によるトリミング面積と共振周波数の変化量の関係を示す特性図

【図5】同実施例によるトリミング面積を予測するアルゴリズムの手順を示すフローチャート

【図6】同実施例によるトリミング領域の境界の一边周辺を砥石研削した状態を示す斜視図

\* 【図7】同実施例によるレーザ光の入射角を示す説明図

【図8】同実施例によるレーザトリミングの加工状態を示す正面図

【図9】同実施例によるレーザトリミングのタイミングチャート

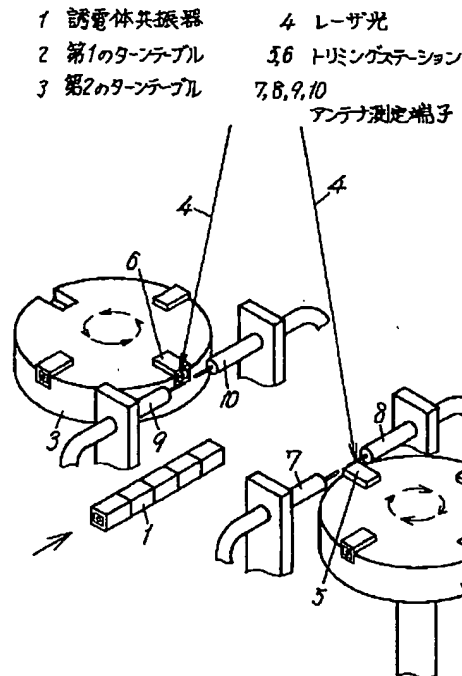
【図10】従来の誘電体共振器の共振周波数調整用トリミング装置の構成を示す要部斜視図

【符号の説明】

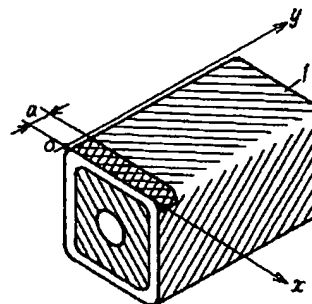
- 1 誘電体共振器
- 2 第1のターンテーブル
- 3 第2のターンテーブル
- 4 レーザ光
- 5, 6 トリミングステーション
- 7, 8, 9, 10 アンテナ測定端子
- 11 超音波Qスイッチ付Nd-YAGレーザ発振器
- 12 レーザビームスキャナ
- 13 集光レンズ
- 14 共振周波数測定器
- 15 コンピュータ
- 16 制御部

\*

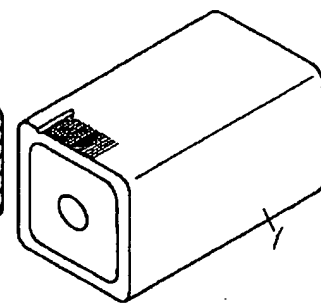
【図1】



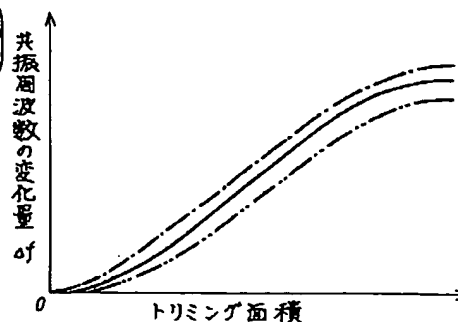
【図3】



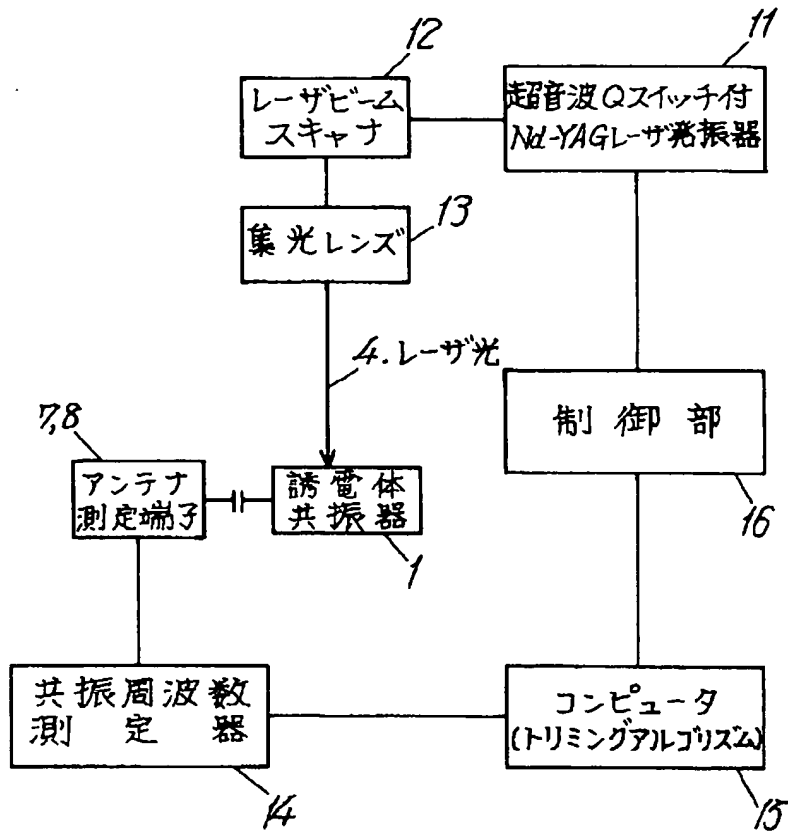
【図6】



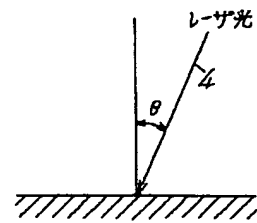
【図4】



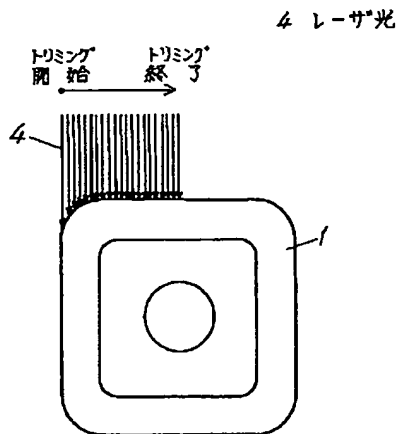
【図2】



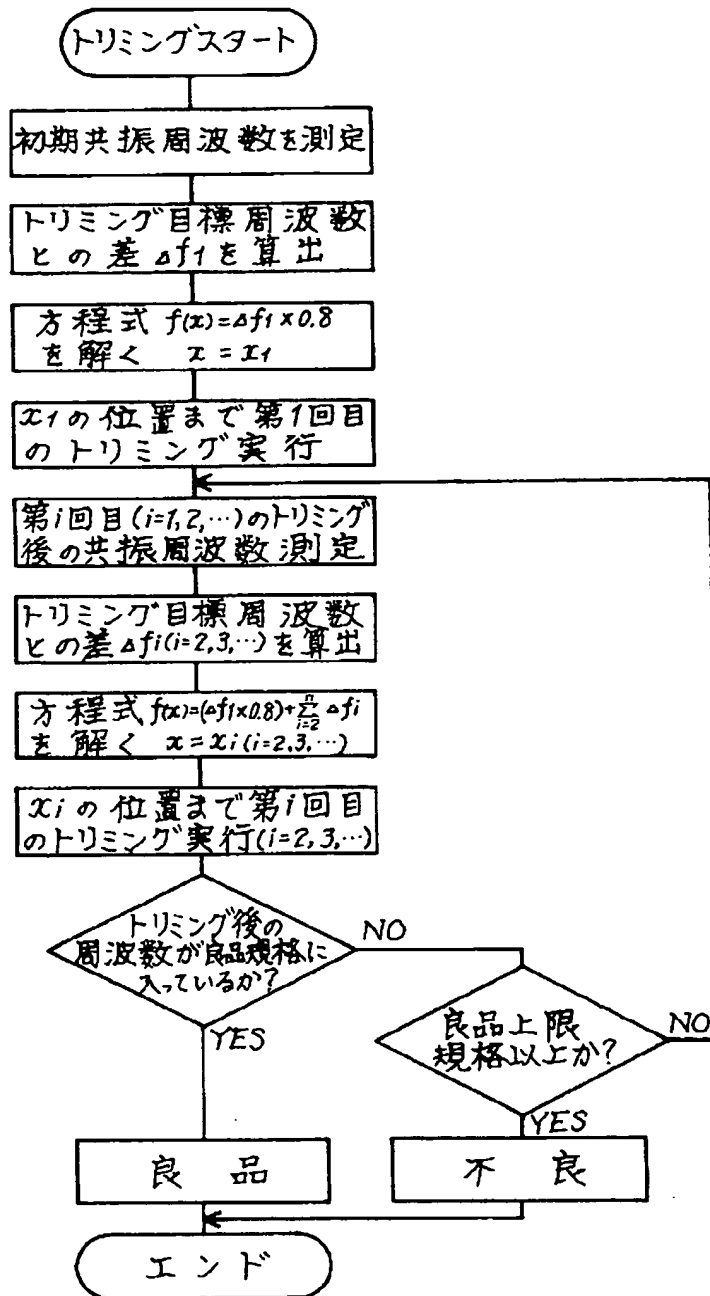
【図7】



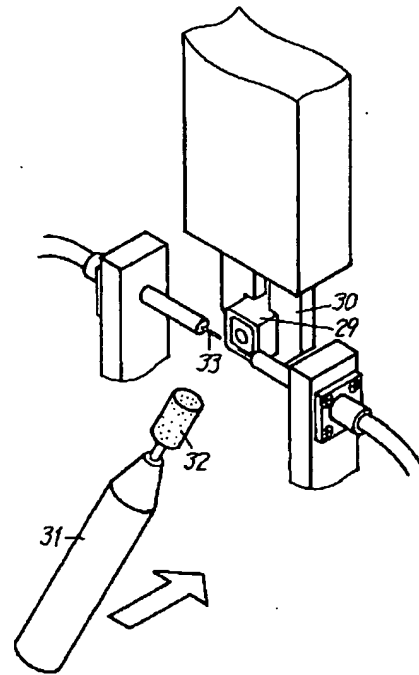
【図8】



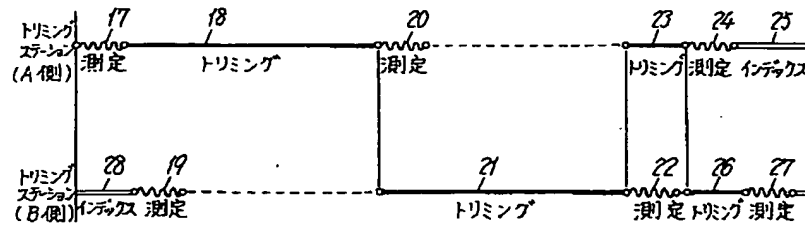
【図5】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 野中 泰宏  
 京都府綴喜郡田辺町大字大住小字浜55-12  
 松下日東電器株式会社内